

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-288342

(43) 公開日 平成11年(1999)10月19日

(51) Int.Cl.⁸

G 0 6 F 3/00

識別記号

6 5 4

F I

G 0 6 F 3/00

6 5 4 A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-163449

(22) 出願日 平成10年(1998) 6 月11日

(31) 優先権主張番号 特願平10-27393

(32) 優先日 平10(1998) 2 月 9 日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 田中 克己

兵庫県神戸市東灘区本山南町 8 - 6 - 26

株式会社東芝関西研究所内

(72) 発明者 知野 哲朗

兵庫県神戸市東灘区本山南町 8 - 6 - 26

株式会社東芝関西研究所内

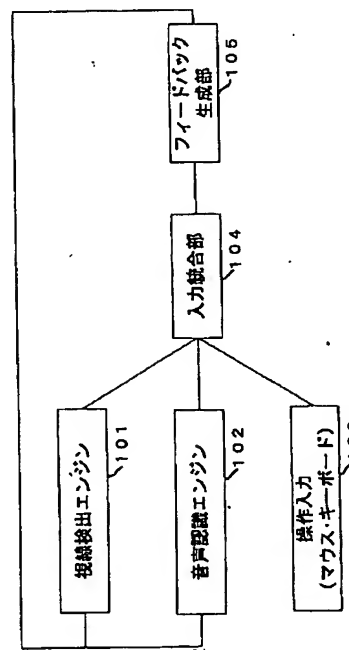
(74) 代理人 弁理士 高田 瑠子 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 マルチモーダル入出力装置のインタフェース装置及びその方法

(57) 【要約】

【課題】 利用者の自由な入力を許し、また周囲環境に適応可能なマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置を提供する。

【構成】 画像入力に基づく視線検出エンジン101、音声入力に基づく音声認識エンジン102、マウス・キーボード等からなる操作入力部103、前記101～103よりの入力を統合し、利用者の意図を検出する入力統合部104、意図検出結果に基づき利用者に出力行を行なうフィードバック生成部105を持ち、アイコンに対する利用者の選択指示を、前記101～103の情報をもとに、利用者の考える意図を検出すると共に、その検出結果に基づき対応するアイコンに対しての選択指示を認識したことを知らせるべく、利用者に所要の呈示を返すようにするために、前記意図の検出は入力情報間の因果関係情報を用いて実施すると共に、前記因果関係情報を利用者との実際の入出力を通じて統計的に学習する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】処理内容が定められた種々の操作対象が予め用意してあり、これら操作対象に対する利用者の選択指示を、利用者の視線入力情報、音声入力情報、操作入力情報、画像入力情報及び動作入力情報のうち、少なくとも一つ以上の情報を認識して得た情報をもとに、利用者の考える意図を検出すると共に、その検出結果に基づき対応する前記操作対象に対しての選択指示を認識したことを知らせるべく、利用者に所要の呈示を返すようにしたマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置であって、

前記意図の検出は入力情報間の因果関係情報を用いて実施すると共に、前記因果関係情報を利用者との実際の入出力を通じて統計的に学習する構成とする統合手段により実施する構成とすることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置。

【請求項 2】請求項 1 記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、

前記統合手段は、時刻を管理する時刻管理手段と、現在及び過去における入力情報を保持する保持手段とを有し、前記因果関係情報は前記保持手段の保持した現在及び過去の入力情報を用いるようにしたことを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置。

【請求項 3】請求項 1 または 2 いずれか 1 項記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、前記統合手段は、

入力情報間または入力情報と入力時刻の間の因果関係情報を利用者との実際の入出力を通じて統計的に学習するものであることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置。

【請求項 4】処理内容が定められた種々の操作対象が予め用意してあり、これら操作対象に対する利用者の選択指示を、利用者の視線入力情報、音声入力情報、操作入力情報、画像入力情報及び動作入力情報のうち、少なくとも一つ以上の情報を認識して得た情報をもとに、利用者の考える意図を検出すると共に、その検出結果に基づき対応する前記操作対象に対しての選択指示を認識したことを知らせるべく、利用者に所要の呈示を返すようにしたマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、

統合手段は各操作対象毎に独立して設けることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置。

【請求項 5】請求項 3 記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、前記統合手段は、特定操作対象中の意図検出結果を、他の操作対象群との位置的・形状的・色彩的・言語的な関係に基づき決定するものであることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置。

【請求項 6】請求項 3 記載のマルチモーダル入出力装置

のインタフェース装置において、

前記統合手段は、

特定操作対象については、自らの意図検出結果と他の操作対象群の意図検出結果に基づき、他の操作対象群との位置的・形状的・色彩的・言語的な関係を変更するものであることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置。

【請求項 7】請求項 1 または 2 いずれか 1 項記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、前記統合手段は、

意図情報を、過去の時間における意図情報、または、利用者へ返した所要の呈示結果より得ることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置。

【請求項 8】請求項 1 記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、因果関係情報の学習を、前記統合手段より得られる意図情報に基づいて開始または終了することを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置。

【請求項 9】請求項 1 記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、前記操作対象による利用者への所要の呈示を返すための出力は、前記学習時に行うことを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置。

【請求項 10】請求項 1 記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、前記統合手段は、前記種々の入力情報のうち少なくとも一つを意図検出結果の確認、または、取消しのための情報として用いることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置。

【請求項 11】処理内容が定められた種々の操作対象が予め用意してあり、これら操作対象に対する利用者の選択指示を、利用者の視線入力情報、音声入力情報、操作入力情報、画像入力情報及び動作入力情報のうち、少なくとも一つ以上の情報を認識して得た情報をもとに、利用者の考える意図を検出すると共に、その検出結果に基づき対応する前記操作対象に対しての選択指示を認識したことを知らせるべく、利用者に所要の呈示を返すようにしたマルチモーダル入出力装置のインタフェース方法であって、

前記意図の検出は入力情報間の因果関係情報を用いて実施すると共に、前記因果関係情報を利用者との実際の入出力を通じて統計的に学習する構成とすることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース方法。

【請求項 12】請求項 7 記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース方法において、

前記学習は、入力情報間または入力情報と入力時刻の間の因果関係情報を利用者との実際の入出力を通じて統計的に実施するものであることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は入力された視覚情報、音声情報、操作情報のうち少なくとも一つの入力あるいは出力を通じて利用者の意図を推定し、それに基づき利用者にフィードバックを返すマルチモーダル入出力インタフェースに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、パーソナルコンピュータを含む計算機システムにおいて、従来のキーボードやマウスなどによる入力と、ディスプレイなどによる文字や画像情報の出力に加えて、音声情報や画像情報などマルチメディア情報を入出力することが可能になって来ている。こういった状況に加え、自然言語解析や自然言語生成、あるいは音声認識や音声合成技術あるいは対話処理技術の進歩などによって、利用者と音声入出力を対話する音声対話システムへの要求が高まっており、自由発話による音声入力によって利用可能な対話システムである「TOSBURG-II」(信学論, Vol. J77-D-II, No. 8, pp. 1417-1428, 1994) など、様々な音声対話システムの開発がなされている。

【0003】また、さらに、こういった音声入出力に加え、例えばカメラを使った視覚情報入力を利用したり、あるいは、タッチパネルや、ペンや、タブレットや、データグローブや、フットスイッチや、対人センサや、ヘッドマウントディスプレイや、フォースディスプレイ(提力装置)など、様々な入出力デバイスを通じて利用者と授受できる情報を利用して、利用者とインタラクションを行なうマルチモーダル対話システムへの要求が高まっている。

【0004】このマルチモーダルインタフェースは、人間同士の対話においても、例えば音声など一つのメディア(チャネル)のみを用いてコミュニケーションを行なっている訳ではなく、身振りや手ぶりあるいは表情といった様々なメディアを通じて授受される非言語メッセージを駆使して対話することによって、自然で円滑なインタラクションを行なっている("Intelligent Multimedia Interfaces", Maybury M. T., Eds., The AAAI Press/The MIT Press, 1993) ことから考えても、自然で使いやすいヒューマンインタフェースを実現するための一つの有力な方法として期待が高まっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来、それぞれのメディアからの入力の解析精度の低さや、それぞれの入出力メディアの性質が明らかとなっていないため、新たに利用可能となった各入出力メディアあるいは、複数の入出力メディアを効率的に利用し、高能率で、効果的で、利用者の負担を軽減する、マルチモーダルインタフェースは実現されていない。

【0006】とくに、画像・音声など、それぞれの認識装置からの入力を統合する場合は、あらかじめ定められた認識手段から送られる情報の確からしさをあらかじめ

想定し、あらかじめ定められた入力順序を想定して行なわれていた。そのため、ある周囲環境の変化によりある認識装置の精度が低下した場合にはそれに対応した入力解釈のための処理が行なわれずに解釈部が停滞したり、容易に誤作動してしまうという問題があった。また利用者特有の入力順序には対応できず、利用者がシステム側で受け付け可能な入力手段を習得する必要があり、利便度を著しく低下させている。

【0007】そこで本発明の目的は、このようなマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置及びその方法に対して、利用者のより自由な入力を許し、また周囲環境の変化に対して適応可能な入出力方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、処理内容が定められた種々の操作対象が予め用意してあり、これら操作対象に対する利用者の選択指示を、利用者の視線入力情報、音声入力情報、操作入力情報、画像入力情報及び動作入力情報のうち、少なくとも一つ以上の情報を認識して得た情報をもとに、利用者の考える意図を検出すると共に、その検出結果に基づき対応する前記操作対象に対しての選択指示を認識したことを知らせるべく、利用者に所要の呈示を返すようにしたマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置であって、前記意図の検出は入力情報間の因果関係情報を用いて実施すると共に、前記因果関係情報を利用者との実際の入出力を通じて統計的に学習する構成とする統合手段により実施する構成とすることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置である。

【0009】請求項2の発明は、請求項1記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、前記統合手段は、時刻を管理する時刻管理手段と、現在及び過去の時刻における入力情報を保持する保持手段とを有し、前記因果関係情報は前記保持手段の保持した現在及び過去の入力情報を用いるようにしたことを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置である。

【0010】請求項3の発明は、請求項1または2いずれか1項記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、前記統合手段は、入力情報間または入力情報と入力時刻の間の因果関係情報を利用者との実際の入出力を通じて統計的に学習するものであることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置である。

【0011】請求項4の発明は、処理内容が定められた種々の操作対象が予め用意してあり、これら操作対象に対する利用者の選択指示を、利用者の視線入力情報、音声入力情報、操作入力情報、画像入力情報及び動作入力情報のうち、少なくとも一つ以上の情報を認識して得た情報をもとに、利用者の考える意図を検出すると共に、

その検出結果に基づき対応する前記操作対象に対しての選択指示を認識したことを知らせるべく、利用者に所要の呈示を返すようにしたマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、統合手段は各操作対象毎に独立して設けることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置である。

【0012】請求項5の発明は、請求項3記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、前記統合手段は、特定操作対象中の意図検出結果を、他の操作対象群との位置的・形状的・色彩的・言語的な関係に基づき決定するものであることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置である。

【0013】請求項6の発明は、請求項3記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、前記統合手段は、特定操作対象については、自らの意図検出結果と他の操作対象群の意図検出結果に基づき、他の操作対象群との位置的・形状的・色彩的・言語的な関係を変更するものであることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置である。

【0014】請求項7の発明は、請求項1または2いずれか1項記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、前記統合手段は、意図情報を、過去の時間における意図情報、または、利用者へ返した所要の呈示結果より得ることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置である。

【0015】請求項8の発明は、請求項1記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、因果関係情報の学習を、前記統合手段より得られる意図情報に基づいて開始または終了することを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置である。

【0016】請求項9の発明は、請求項1記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、前記操作対象による利用者への所要の呈示を返すための出力は、前記学習時に行うことを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置である。

【0017】請求項10の発明は、請求項1記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置において、前記統合手段は、前記種々の入力情報のうち少なくとも一つを意図検出結果の確認、または、取消しのための情報として用いることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース装置である。

【0018】請求項11の発明は、処理内容が定められた種々の操作対象が予め用意してあり、これら操作対象に対する利用者の選択指示を、利用者の視線入力情報、音声入力情報、操作入力情報、画像入力情報及び動作入力情報のうち、少なくとも一つ以上の情報を認識して得た情報をもとに、利用者の考える意図を検出すると共に、その検出結果に基づき対応する前記操作対象に対しての選択指示を認識したことを知らせるべく、利用者に

所要の呈示を返すようにしたマルチモーダル入出力装置のインタフェース方法であって、前記意図の検出は入力情報間の因果関係情報を用いて実施すると共に、前記因果関係情報を利用者との実際の入出力を通じて統計的に学習する構成とすることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース方法である。

【0019】請求項12の発明は、請求項7記載のマルチモーダル入出力装置のインタフェース方法において、前記学習は、入力情報間または入力情報と入力時刻の間の因果関係情報を利用者との実際の入出力を通じて統計的に実施するものであることを特徴とするマルチモーダル入出力装置のインタフェース方法である。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

【0021】第1の実施例

図1は本発明の第1の実施例のシステムの全体ブロック図である。

【0022】このシステムのうちの一つの操作対象ごとに、画像入力に基づく視線検出エンジン101、音声入力に基づく音声認識エンジン102、マウス・キーボード等からなる操作入力部103、前記101～103よりの入力を統合し、利用者の意図を検出する入力統合部104、意図検出結果に基づき利用者に出力行なうフィードバック生成部105を持つ。

【0023】本実施例では、ウインドウシステムを対象とし、操作対象は図2に示すアイコンの一つ一つとする。また本実施例でいう意図とは利用者の操作対象（アイコン）に対する選択意図とする。

【0024】（入力部）入力部101～103は、入力統合部104に対し、操作対象と入力情報を類似度に換算した情報を送るものとする。

【0025】例えば、視線検出エンジン101は、ユーザの入力顔画像を解析し、視線が自らのアイコンに向けられている度合を0～1の類似度で表し、入力統合部104に送る。

【0026】音声認識エンジンについても同様に、自らのことに言及している度合（アイコンの名前・形状・色・位置関係など）を入力音声と保持している語彙セットとの類似性に基づき0～1の類似度で表し、入力統合部104に送る。操作情報については、操作が行なわれた（選択された）場合に類似度1、それ以外の場合には類似度0の情報を入力統合部104に送る。

【0027】視線検出エンジン101については、例えば利用者の眼球運動を観察するアイトラッカ装置や、利用者の頭部の動きを検出するヘッドトラッカ装置や、着席センサや、例えば、特開平08-059071「注視箇所推定装置とその方法」で用いられている方法などによって、利用者を観察するカメラや利用者が装着したカメラから得られる画像情報を処理し利用者の視線方向の検出するこ

となどによって、各操作対象に対して視線が向けられている度合を類似度情報として表すことにしている。

【0028】音声認識エンジンは、利用者の音声情報を入力とし認識対象語彙との適合度を出力する手段を有し、このために例えば「TOSBURG-II」(信学論、Vol. J77-*

* D-II, No. 8, pp1417-1428, 1994) に述べられている方式を用いることができる。この適合度情報より、選択対象に対する類似度は例えば以下の式で求めることができる。

【0029】

【数1】

$$S(\text{NameSimilarity}, \text{ShapeSimilarity}, \text{ColorSimilarity}, \text{PositionSimilarity}) = \frac{\text{NameSimilarity} + \text{ShapeSimilarity} + \text{ColorSimilarity} + \text{PositionSimilarity}}{4}$$

(式1)

ただし

NameSimilarity: 音声認識結果としての、選択対象アイコンの名前を示す語彙との適合度 (0 から 1 の範囲)

ShapeSimilarity: 音声認識結果としての、選択対象アイコンの形状を示す語彙との適合度 (0 から 1 の範囲)

ColorSimilarity: 音声認識結果としての、選択対象アイコンの色彩を示す語彙名前との適合度 (0 から 1 の範囲)

PositionSimilarity: 音声認識結果としての、選択対象アイコンの位置を示す語彙との適合度 (0 から 1 の範囲)

選択対象アイコンごとに名前・形状・色彩・位置を示す語彙を定義しておくことにより、上記の式1を用いて類似度情報を求めることができる。

【0030】(操作入力) 操作入力103 については、キーボード・マウスにより与えられたイベントの送り先の対象をそのままその操作対象に対する類似度1の入力として入力統合部104 に送るものとする。

【0031】(入力統合部) 次に入力統合部104 の動作について説明する。

【0032】入力統合部104 では、各入力情報より、自らが選択されている確率を求める。また学習により、利用者や環境に適応してより確度の高い意図選択を行なう。

【0033】これは例えば以下の手法を用いることができる。

【0034】図3に示すように、入力情報間の因果関係をテーブルを用いて表現する。

【0035】図3では、利用者の選択意図と、視線検出エンジンから得られる類似度情報(視線類似度)と音声認識エンジンから得られる類似度情報(音声類似度)との因果関係を頻度情報として保持している。 ※

※【0036】本実施例では、類似度はそれぞれ0~1の間を当分割している(必ずしもこのようにする必要はない)。

【0037】図3では選択意図が視線類似度の原因として表されるというモデルのもとに両者の関係を表現している。

【0038】選択意図のある場合をPositive、選択意図のない場合をNegativeと呼び、それぞれの場合の視線類似度の分布を頻度情報として表現している。

【0039】図4では視線類似度と選択意図が音声類似度の原因となるというモデルのもとに3者の関係を表現しており、選択意図、視線類似度が与えられた場合の音声類似度の分布情報である。

【0040】入力統合部104 では一定の時刻毎に各入力情報を受けとり、図3の表を利用して選択意図のある場合の確率を求める。そのために以下の式1を用いる。ここでG、Sはそれぞれ入力情報より得られる視線類似度、音声類似度の値を示す。

【0041】

【数2】

$$P(\text{選択意図} = \text{Positive} | G, S) = \frac{P(\text{選択意図} = \text{Positive}) P(G | \text{選択意図} = \text{Positive}) P(S | \text{選択意図} = \text{Positive}, G)}{\sum_x P(\text{選択意図} = x) P(G | \text{選択意図} = x) P(S | \text{選択意図} = x, G)} \quad (\text{式2})$$

上式2でG、Sの値は入力情報より得られるので、図3の表を用いて選択確率を求めることができる。例えば、

視線類似度0.85、音声類似度0.73の場合には、
【数3】

$$P(\text{選択意図} = \text{Positive} | \text{視線類似度} = 0.85, \text{音声類似度} = 0.73) = \frac{\frac{73}{73+90} \cdot 1 \cdot 1}{\frac{73}{73+90} \cdot 1 \cdot 1 + \frac{90}{73+90} \cdot 0 \cdot 0} = 1$$

となり、選択意図の確率が1であると求められる。

【0042】次に因果関係情報の学習方式について説明する。

【0043】ユーザからキーボード・マウス等を用いて類似度1の操作情報が与えられた場合、情報統合部はその操作対象に対して選択意図の確率を直ちに1にするとともに、その際の視線類似度、音声類似度の値をもとに、図3、4の類似度分布情報を更新する。

【0044】すなわち図3、4中の対応する項目に1を加える。

【0045】例えば、マウスにより選択が行なわれた際の視線類似度、音声類似度をそれぞれ0.65, 0.87 とすると、図3では視線類似度=0.6~0.7、選択=Positiveの欄に、図4では視線類似度=0.6~0.7、選択=Positive、音声類似度=0.8~0.9の欄にそれぞれ1を加えることになる。

【0046】またその際に類似度1が与えられなかった操作対象に対しては、選択意図の確率を直ちに0にするとともに、その際の視線類似度、音声類似度の値をもとに、図3、4の類似度分布情報を同様に更新する。ただし対応する視線類似度、音声類似度について、選択=N*

*egativeの欄に1を加えることになる。

【0047】このように、利用者・環境に適応して、選択意図が確からしくなるように動的に学習を行なっていくことが可能になる。

【0048】（フィードバック生成部）次にフィードバック生成部105の動作について説明する。

【0049】フィードバック生成部105では、入力統合部104から送られた選択意図確率に基づいて選択対象アイコンが利用者に対して行なうフィードバックを決定する。これは例えば図5に示す効用テーブルを参照することにより行なうことができる。

【0050】本実施例では、2段階のフィードバックを想定している（これ以上のフィードバックを想定しても構わない）が、図5にはフィードバック動作の効用値が記述されている。

【0051】このテーブルに基づいて各フィードバック動作の期待効用値を計算する。期待効用値の計算式は、入力統合部104より得られた選択意志確率をxとすると、以下の式2で表すことができる。

【0052】

【数4】

$$\begin{aligned} \text{期待効用値(フィードバック動作}n\text{)} &= x \times \text{効用値(フィードバック動作}n\text{|選択意図あり)} + \\ &(1-x) \times \text{効用値(フィードバック動作}n\text{|選択意図なし)} \quad (\text{式3}) \end{aligned}$$

上式3に基づき、最も期待効用値の大きいフィードバック動作nを求め、実行する。例えば選択意図確率が0.6と得られた場合には、それぞれのフィードバック動作の期待効用値は図5のテーブルと式3を用いて次のように計算される。

【0053】期待効用値（選択フィードバック）=0.6×1.0+(1-0.6)×0=0.6

期待効用値（選択候補フィードバック）=0.6×0.7+(1-0.6)×0.6=0.66

期待効用値（フィードバックなし）=0.6×0+(1-0.6)×1.0=0.4

この場合には期待効用が最大となる選択候補フィードバックが決定される。

【0054】図5に示すフィードバック動作は、選択フィードバック、選択候補フィードバックが用意されている。実際のフィードバック動作は、ウィンドウシステム上におけるアイコンの輝度・大きさ・形状変化または音声出力により実現する。

【0055】さらにフィードバック生成部105は、フィードバック生成に先立ち視線検出エンジン・音声認識エンジンに予測情報を送ることができる。この場合の予測

情報とは、選択対象が選択フィードバックの際には視線が選択対象の方を向くというものであったり、また選択対象に対する言及（名前・場所など）が行なわれるというものである。各入力部は予測情報に基づき、各認識処理中での処理内容や処理用データセットを切替える等の処理を行なう。

【0056】このように構成されたシステムでは、視線・音声などの各モダリティ間の因果関係を学習し、それに基づいて意図検出が行なわれる。また各入力部も利用者の予測行動に応じた処理を行なう。これにより利用者・環境に動的に適応するインタフェースを簡単に構成することができる。

【0057】（変更例1）なお、本実施例では、アイコンの選択を利用者の意図として設定しているが、実際はこれに限るものではなく、すべての対象の選択、コマンドの実行についてもそれぞれに対し図1のようなシステム構成をとることにより同様に実現することが可能である。

【0058】（変更例2）また、図3、4において類似度の分布情報にテーブルを用いているが、実際にはこれに限るものではなく、関数式のように連続した値を持つ

分布を想定してもよい。

【0059】(変更例3)また、本実施例では、因果関係情報の学習を図3、4に示す類似度分布情報の更新により実現しているが、実際にはこれに限るものではなく、学習結果保存用に別のテーブル等の手段を用いてもよい。

【0060】その場合には従来の類似度分布情報と学習結果により得られた類似度分布情報に基づいて選択意図が計算される。

【0061】これは例えば両者の類似度分布情報で同一の項目を加算した結果に基づき選択意図確率を計算することにより実現することができる。このような学習結果を、利用者ごとに格納してもよい。

【0062】(変更例4)また、本実施例では入力情報として視線検出、音声認識、操作入力(マウス・キーボードによる)を用いているが、必ずしもこれに限るものではない。

【0063】それ以外の入力情報についても図3、4に示すような入力情報間の因果関係に関するテーブルを構成することにより処理を行なうことが可能である。

【0064】(変更例5)また、本実施例においては、フィードバック方法決定のために期待効用最大の原則を用いているが、必ずしもこれに限るものではない。マクシミン基準などの他の決定規則を用いても良い。

【0065】(変更例6)また、本実施例では、入力統合部104は現在の時刻の入力情報を用いることとしているが、必ずしもこれに限るものではない。

【0066】過去の時刻における入力情報を用いてもよい。その場合は過去の時刻における視線類似度・音声類似度を保持しておき、図3、4のテーブルにおいて保持していた過去の時刻の類似度を採用すればよい。また現在の時刻と過去の時刻の類似度間の因果関係を図3、4のテーブル状に表現することもできる。

【0067】第2の実施例

次に第2の実施例につき説明する。

【0068】図6は、第2の実施例のシステムの全体ブロック図である。

【0069】このシステムのうちの第1の操作対象は、画像入力に基づく視線検出エンジン5001、音声入力に基づく音声認識エンジン5002、マウス・キーボード等からなる操作入力部5003、前記5001～5003よりの入力を統合し、利用者の意図を検出する入力統合部5004、意図検出結果に基づき利用者へ出力を行なうフィードバック生成部5005を持つ。

【0070】第2以降の操作対象は、それぞれ5101～5105、5201～5205のように同様のユニットを持つ。各操作対象の入力統合部・フィードバック生成部どうしは結合されており、情報の交換を行なうことが可能である。

【0071】本実施例では、ウインドウシステムを対象とし、操作対象は図2に示すアイコンの一つ一つとする。また本実施例でいう意図とは利用者の操作対象に対する選択意図とする。

【0072】(入力部)入力部5001～5003、5101～5103等は、入力統合部5004、5104等に対し、操作対象と入力情報を類似度に換算した情報を第1の実施例と同様な形態で送るものとする。

【0073】(入力統合部)入力統合部5004、5104等では、各入力情報より、自らが選択されている確率を求める。また学習により、利用者や環境に適応してより確度の高い意図選択を行なう。

【0074】これは例えば以下の手法を用いることができる。

【0075】図7～10に示すように、入力情報間の因果関係をテーブルを用いて表現する。

【0076】図7～10では利用者の選択意図と、視線検出エンジンから得られる類似度情報(視線類似度)と音声認識エンジンから得られる類似度情報(音声類似度)と各アイコン間の平均距離の因果関係を頻度情報として保持している。本実施例では、類似度はそれぞれ0～1の間を当分割している(必ずしもこのようにする必要はない)。

【0077】図7、図9では選択意図が視線類似度の原因として表されるというモデルのもとに両者の関係を表現している。選択意図のある場合をPositive、ない場合をNegativeと呼び、それぞれの場合の視線類似度の分布を頻度情報として表現している。

【0078】図8、図11では視線類似度と選択意図が音声類似度の原因となるというモデルのもとに3者の関係を表現しており、選択意図、視線類似度が与えられた場合の音声類似度の分布情報である。

【0079】また、図7、図8、図9、図10ともにアイコン間平均距離がその原因となるというモデルのもと、それぞれ各5、10ピクセルの場合について分布情報が与えられている。

【0080】入力統合部では一定の時刻毎に各入力情報を受けとる。また選択対象間の情報交換により選択対象アイコン間の平均距離を求め、5、10のうちの近い値を採用する。

【0081】これらの値より、図3、4の表を利用して選択意図のある場合の確率を求める。そのために以下の式4を用いる。ここでG、Sは式1と同様にそれぞれ入力情報より得られる視線類似度、音声類似度の値を示す。Dはアイコン間距離を示す。

【0082】

【数5】

$$P(\text{選択意図} = \text{Positive} | G, S, D) = \frac{P(\text{選択意図} = \text{Positive}) P(G | \text{選択意図} = \text{Positive}, D) P(S | \text{選択意図} = \text{Positive}, G, D)}{\sum_x P(\text{選択意図} = x) P(G | \text{選択意図} = x, G, D)} \quad (\text{式4})$$

次に因果関係情報の学習方式について説明する。

【0083】ユーザからキーボード・マウス等を用いて類似度1の操作情報が与えられた場合、情報統合部はその操作対象に対して選択意図の確率を直ちに1にするるとともに、その際の視線類似度、音声類似度、アイコン間距離の値をもとに、図7～10の類似度分布情報を更新する。すなわち図7～10中の対応する項目に1を加える。例えばマウスにより選択が行なわれた際の視線類似度、音声類似度をそれぞれ0.65, 0.87、アイコン間距離を5ピクセルとすると、図7では視線類似度=0.6～0.7、選択=Positiveの欄に、図8では視線類似度=0.6～0.7、選択=Positive、音声類似度=0.8～0.9の欄にそれぞれ1を加えることになる。

【0084】またその際に類似度1が与えられなかった操作対象に対しては、選択意図の確率を直ちに0にするるとともに、その際の視線類似度、音声類似度、アイコン間距離の値をもとに、図3、4の類似度分布情報を同様に更新する。ただし対応する視線類似度、音声類似度について、選択=Negativeの欄に1を加えることになる。

【0085】このように、利用者・環境に適応して、選択意図が確からしくなるように動的に学習を行なっていくことが可能になる。

【0086】(フィードバック生成部) 次にフィードバック生成部5005、5105等の動作について説明する。

【0087】フィードバック生成部では、入力統合部5004、5104等から送られた選択意図確率に基づいて、選択対象アイコンが利用者に対して行なうフィードバックを決定する。これは第1の実施例と同様に、例えば図5に示す効用テーブルと式2を用いて行なうことができる。

【0088】またフィードバック生成部では、求めた各選択対象の期待効用値に基づいて、アイコン間距離の値を変更し、利用者へのフィードバックとすることができる。本実施例では、アイコン間距離5、10ピクセルの場合のそれぞれを仮定して各選択対象の期待効用値を求める。全選択対象について、5、10のときの期待効用値の平均をとり、それが大きい方が期待効用値の大きい選択対象間関係であると認定する。その結果に基づきアイコン間距離を変更する。この際各選択対象のフィードバック生成部間同士で情報交換を行ない、アイコン間距離を指定値に近い値に調整する。これには例えば制約充足プログラミング技術(人工知能学会Vol.10, No.3を参照)を用いることができる。

【0089】さらにフィードバック生成部は、フィードバック生成に先立ち視線検出エンジン・音声認識エンジンに予測情報を送ることができる。この場合の予測情報

とは、選択対象が選択フィードバックの際には視線が選択対象の方を向くというものであったり、また選択対象に対する言及(名前・場所など)が行なわれるというものである。各入力部は予測情報に基づき、各認識処理中での処理内容や処理用データセットを切替える等の処理を行なう。

【0090】(変更例1) なお、本実施例では、アイコン間距離を選択対象間の関係として設定しているが、これは一例であり、例えば選択対象間の形状的關係、色彩的關係、言語的關係を設定してもよい。また選択対象間の関係も今回の実施例のような離散値に限るものではなく、関数式のように連続値をとるように設定しても良い。

【0091】(変更例2) また、フィードバック生成部は最適な選択対象間関係を求めるために全選択対象の期待効用値の平均をとっているが、必ずしもこれに限るものではなく、部分的な選択対象間の期待効用値を利用しても良い。

【0092】(変更例3) また、本実施例では、因果関係情報の学習を図7～10に示す類似度分布情報の更新により実現しているが、実際にはこれに限るものではなく、学習結果保存用に別のテーブル等の手段を用いてもよい。

【0093】その場合には従来の類似度分布情報と学習結果により得られた類似度分布情報に基づいて選択意図が計算される。

【0094】これは例えば両者の類似度分布情報間で同一の項目を加算した結果に基づき選択意図確率を計算することにより実現することができる。このような学習結果を、利用者ごと、または利用環境ごとに格納してもよい。このように本発明においては、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形を行なうことが可能である。

【0095】第3の実施例

次に第3の実施例について説明する。

【0096】全体ブロック図は第2の実施例と同様に図6を用いる。図6は、システムの全体ブロック図である。

【0097】このシステムのうちの第1の操作対象は、画像入力に基づく視線検出エンジン5001、音声入力に基づく音声認識エンジン5002、マウス・キーボード等からなる操作入力部5003、前記5001～5003よりの入力を統合し、利用者の意図を検出する入力統合部5004、意図検出結果に基づき利用者へ出力を行なうフィードバック生成部5005を持つ。

【0098】第2以降の操作対象は、それぞれ5101～5105、5201～5205のように同様のユニットを持つ。

【0099】各操作対象の入力統合部・フィードバック生成部どうしは結合されており、情報の交換を行なうことが可能である。本実施例では、ウィンドウシステムを対象とし、操作対象は図2に示すアイコンの一つ一つとする。また本実施例でいう意図とは利用者の操作対象に対する選択意図とする。

【0100】（入力部）入力部5001～5003、5101～5103等は、入力統合部5004、5104等に対し、操作対象と入力情報を類似度に換算した情報を第1の実施例と同様な形態で送るものとする。

【0101】（入力統合部）入力統合部5004、5104等では、各入力情報より、自らが選択されている確率を求める。また学習により、利用者や環境に適応してより確度の高い意図選択を行なう。

【0102】これは例えば以下の手法を用いることができる。第1の実施例と同様に、図3、4に示すように、入力情報間の因果関係をテーブルを用いて表現する。

【0103】図3、4では利用者の選択意図と、視線検出エンジンから得られる類似度情報（視線類似度）と音声認識エンジンから得られる類似度情報（音声類似度）との因果関係を頻度情報として保持している。本実施例*

$$P(\text{選択意図} = \text{Positive} | G, S, D) = \delta * P_{-1}(\text{選択意図} = \text{Positive} | G, S, D) + (1 - \delta) * \frac{P(\text{選択意図} = \text{Positive})P(G|\text{選択意図} = \text{Positive}, D)P(S|\text{選択意図} = \text{Positive}, G, D)}{\sum_z P(\text{選択意図} = z)P(G|\text{選択意図} = z, D)} \quad (\text{式5})$$

ここで δ は0以上1未満の実数、 P_{-1} は1単位時間前に得られた選択意図確率とする。式5を用いることにより、選択意図の確率が過去の選択意図を反映したものになり、よりスムーズな意図情報の検出が可能になる。

【0108】また、入力統合部5004、5104等においては、第1の実施例と同様の学習を行う。その際に、得られて意図情報の結果を学習開始、終了のトリガとする。これはたとえば、式5により得られた選択意図確率に対して閾値 X を設け、 $P(\text{選択意図} = \text{Positive} | G, S, D) \geq X$ の場合に学習を開始し、 $P(\text{選択意図} = \text{Positive} | G, S, D) < X$ の場合に選択を終了するようにする。これにより、マウス・キーボードなどを用いた明示的な学習開始・終了の信号が得られない場合でも学習を行うことができ、より因果関係情報が得やすくなるという利点がある。

【0109】（フィードバック生成部）またフィードバック生成部5005、5105等において、第1の実施例と同様の方法でフィードバックを決定するが、これを前記の入力統合部における学習中にも並行して行うようにする。

【0110】これは入力統合部より、学習中においても式5に基づいて選択意図確率を求め、フィードバック生成部に順次送り、フィードバック生成部は選択意図確率を受取りしだいフィードバック決定・実現を行うことにより実現可能である。これにより学習時においても利用者は自らの意図が正しく学習結果に反映されているかど

*では、類似度はそれぞれ0～1の間を当分割している（必ずしもこのようにする必要はない）。

【0104】図3では選択意図が視線類似度の原因として表されるというモデルのもとに両者の関係を表現している。選択意図のある場合をPositive、ない場合をNegativeと呼び、それぞれの場合の視線類似度の分布を頻度情報として表現している。

【0105】図4では視線類似度と選択意図が音声類似度の原因となるというモデルのもとに3者の関係を表現しており、選択意図、視線類似度が与えられた場合の音声類似度の分布情報である。

【0106】入力統合部では一定の時刻毎に各入力情報を受けとる。また選択対象間の情報交換により選択対象アイコン間の平均距離を求め、5、10のうちの近い値を採用する。これらの値より、図3、4の表を利用して選択意図のある場合の確率を求める。そのために以下の式4を用いる。ここで G 、 S は式1と同様にそれぞれ入力情報より得られる視線類似度、音声類似度の値を示す。 D はアイコン間距離を示す。

【0107】

【数6】

うかを確認することができ、その後の操作をより円滑に進めることができるという利点がある。

【0111】（変更例1）ここで入力統合部5004、5104等において、特定の入力部より得られる情報のうち少なくとも一つを意図検出結果の確認または取り消しに用いてもよい。

【0112】これは、例えば以下の手順により実現することが可能である。

【0113】1) 図11のようなテーブルを準備しておき、入力情報到着時に確認類似度条件または取消類似度条件に合致するかどうかを調べる。

【0114】ここで「マウス右」は操作対象上にマウスカーソルが置かれた状態でマウスの右ボタンがクリックされたならば類似度を1にセットされる入力情報、「マウス左」は操作対象上にマウスカーソルが置かれた状態でマウスの左ボタンがクリックされたならば類似度を1にセットされる入力情報とする。

【0115】また確認音声は「はい」「OK」等の特定の音声入力との認識結果のうち最大の類似度を入力情報とするものとし、取消音声は「いいえ」「No」等の特定の音声入力との認識結果のうち最大の類似度を入力情報とするものとする。

【0116】2) 上記の条件にマッチした場合にはフィードバック生成部に確認または取消信号を送出する。

【0117】3) フィードバック生成部では、確認ま

たは取消信号に応じた処理を行う。

【0118】これは例えば確認信号を受け取った場合は最大の期待効用を持つ操作対象を利用者の意図と判定し選択フィードバックを行い、取消信号を受け取った場合にはすべての操作対象に対して期待効用値を0にセットし、フィードバックを行わないようにすることによる実現可能である。

【0119】上記の拡張により、ユーザが自らの意図を直接的にシステム側の意図検出に反映させることが可能となり、より利便性の高いインタフェースを構成することが可能となる。

【0120】(変更例2)なお、本実施例では入力統合部における学習を現在時刻の類似度情報を用いて行っているが、必ずしもこれに限るものではなく、過去の類似度情報を使用しても良い。それは入力統合部にバッファを設け、過去の類似度情報を蓄積しておくことにより可能である。

【0121】ここで例えば入力部より得たマウス・キーボードの操作情報または入力統合部より得られる意図情報に基づいて過去の時点における選択意図のあるなしを判断し、蓄積した過去の類似度情報を図3、4に示す因果関係テーブルに反映させることのより可能である。

【0122】このように本発明においては、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形を行なうことが可能である。

【0123】

【発明の効果】本発明によれば、利用者のマルチモーダル入力に対して、利用者からの入力情報間の因果関係情報の動的学習により、利用者の自由な入力を許し、また環境が変化した場合にも利用者意図の検出が確からしく

* なるようにシステムが適応することができる。また利用対象間の関係を変化させることにより、より意図の検出を確からしくするような環境を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例のブロック図である。

【図2】第1、第2及び第3の実施例で用いるタスクの一例である。

【図3】第1及び第3の実施例で用いる入力情報統合用テーブルの一例である。

【図4】第1及び第3の実施例で用いる入力情報統合用テーブルの一例である。

【図5】第1、第2及び第3の実施例で用いるフィードバック生成用テーブルの一例である。

【図6】第2及び第3の実施例のブロック図である。

【図7】第2の実施例で用いる入力情報統合用テーブルの一例である。

【図8】第2の実施例で用いる入力情報統合用テーブルの一例である。

【図9】第2の実施例で用いる入力情報統合用テーブルの一例である。

【図10】第2の実施例で用いる入力情報統合用テーブルの一例である。

【図11】第3の実施例で用いる意図確認・取消処理に用いるテーブルの一例である。

【符号の説明】

101 視線検出エンジン

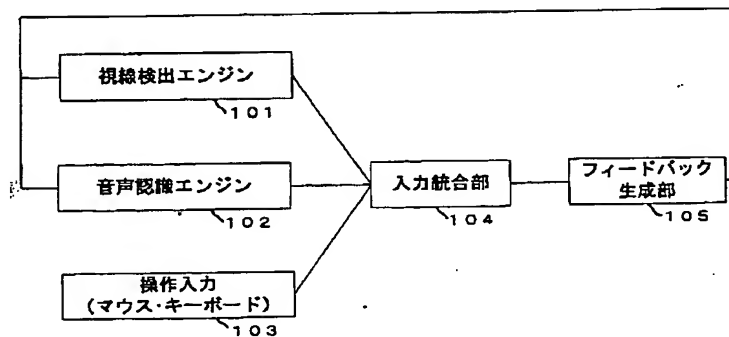
102 音声認識エンジン

103 操作入力部

104 入力統合部

105 フィードバック生成部

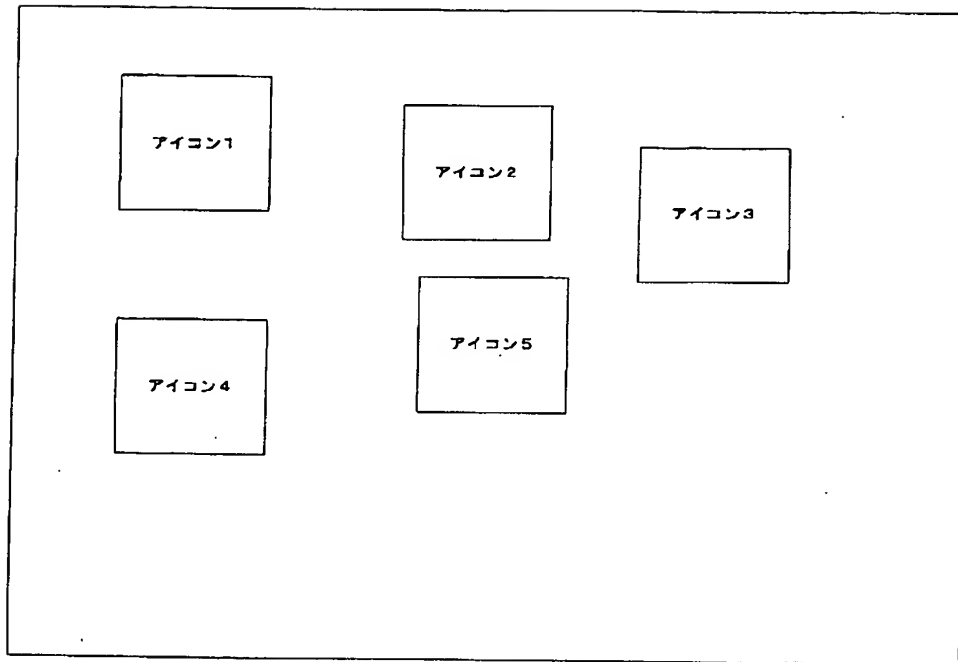
【図1】



【図5】

	選択フィードバック	選択候補フィードバック	フィードバックなし
選択意志あり	1.0	0.7	0
選択意志なし	0	0.6	1.0

【図2】



【図11】

入力情報	確認類似度条件	取消類似度条件
マウス左	= 1	= 1
マウス右		
確認音声	> 0.95	
取消音声	> 0.95	

【図3】

選択	視覚類似度											
	0 ~ 0.1	0.1 ~ 0.2	0.2 ~ 0.3	0.3 ~ 0.4	0.4 ~ 0.5	0.5 ~ 0.6	0.6 ~ 0.7	0.7 ~ 0.8	0.8 ~ 0.9	0.9 ~ 1.0		
Positive	0	0	0	0	0	0	3	20	0	0	30	0
Negative	5	10	30	20	10	10	5	0	0	0	0	0

【図4】

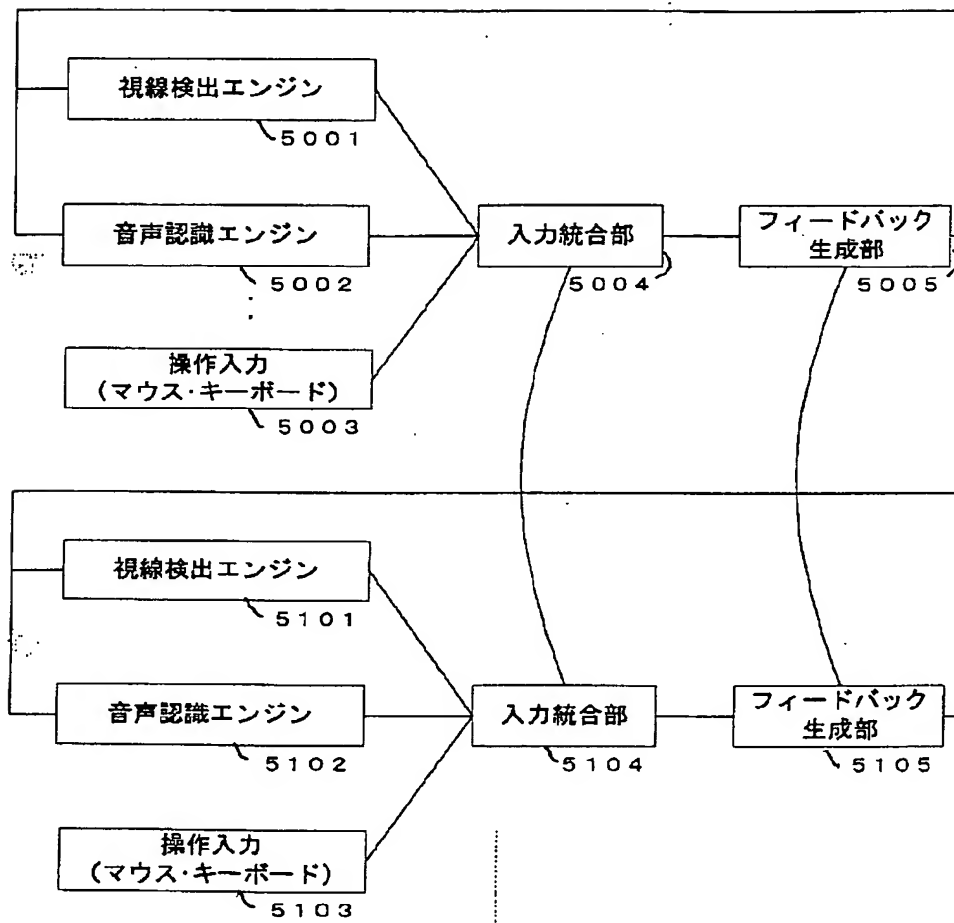
選択	視覚類似度											
	0 ~ 0.1	0.1 ~ 0.2	0.2 ~ 0.3	0.3 ~ 0.4	0.4 ~ 0.5	0.5 ~ 0.6	0.6 ~ 0.7	0.7 ~ 0.8	0.8 ~ 0.9	0.9 ~ 1.0		
Positive	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negative	0 ~ 0.1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Positive	0.1 ~ 0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negative	0.2 ~ 0.3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Positive	0.3 ~ 0.4	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
Negative	0.4 ~ 0.5	10	3	5	5	0	4	3	0	0	0	0
Positive	0.5 ~ 0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negative	0.6 ~ 0.7	5	6	2	1	0	3	1	0	0	0	0
Positive	0.7 ~ 0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negative	0.8 ~ 0.9	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Positive	0.9 ~ 1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negative	0.1 ~ 0.2	3	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0
Positive	0.2 ~ 0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negative	0.3 ~ 0.4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Positive	0.4 ~ 0.5	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Negative	0.5 ~ 0.6	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Positive	0.6 ~ 0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negative	0.7 ~ 0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Positive	0.8 ~ 0.9	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negative	0.9 ~ 1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Positive	0.1 ~ 0.2	2	3	0	0	0	3	5	4	0	3	0
Negative	0.2 ~ 0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

【図7】

選択	視覚類似度											
	0 ~ 0.1	0.1 ~ 0.2	0.2 ~ 0.3	0.3 ~ 0.4	0.4 ~ 0.5	0.5 ~ 0.6	0.6 ~ 0.7	0.7 ~ 0.8	0.8 ~ 0.9	0.9 ~ 1.0		
Positive	0	0	0	0	0	0	3	20	0	0	30	0
Negative	0	10	30	20	10	10	5	0	0	0	0	0

アイコン間平均距離: 5ピクセル

〔図6〕



【図8】

選択	視覚類似度	音声類似度														
		0 ~ 0.1	0.1 ~ 0.2	0.2 ~ 0.3	0.3 ~ 0.4	0.4 ~ 0.5	0.5 ~ 0.6	0.6 ~ 0.7	0.7 ~ 0.8	0.8 ~ 0.9	0.9 ~ 1.0					
Positive	0 ~ 0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Negative	0 ~ 0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Positive	0.1 ~ 0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Negative	0.1 ~ 0.2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0					
Positive	0.2 ~ 0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Negative	0.2 ~ 0.3	10	3	5	5	0	0	0	0	0	0					
Positive	0.3 ~ 0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Negative	0.3 ~ 0.4	5	6	2	1	0	0	0	0	0	0					
Positive	0.4 ~ 0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Negative	0.4 ~ 0.5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0					
Positive	0.5 ~ 0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Negative	0.5 ~ 0.6	3	1	2	2	1	0	0	0	0	0					
Positive	0.6 ~ 0.7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Negative	0.6 ~ 0.7	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0					
Positive	0.7 ~ 0.8	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0					
Negative	0.7 ~ 0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Positive	0.8 ~ 0.9	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0					
Negative	0.8 ~ 0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Positive	0.9 ~ 1.0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0					
Negative	0.9 ~ 1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

【図9】

選択	視覚類似度	視覚類似度									
		0 ~ 0.1	0.1 ~ 0.2	0.2 ~ 0.3	0.3 ~ 0.4	0.4 ~ 0.5	0.5 ~ 0.6	0.6 ~ 0.7	0.7 ~ 0.8	0.8 ~ 0.9	0.9 ~ 1.0
Positive	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negative	5	10	30	20	10	10	10	3	20	30	20

アイコン間平均距離 10ピクセル

【図10】

選択	視覚類似度	音質類似度															
		0 ~ 0.1	0.1 ~ 0.2	0.2 ~ 0.3	0.3 ~ 0.4	0.4 ~ 0.5	0.5 ~ 0.6	0.6 ~ 0.7	0.7 ~ 0.8	0.8 ~ 0.9	0.9 ~ 1.0						
Positive	0 ~ 0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Negative	0 ~ 0.1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0						
Positive	0.1 ~ 0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Negative	0.1 ~ 0.2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0						
Positive	0.2 ~ 0.3	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0						
Negative	0.2 ~ 0.3	10	3	0	5	0	0	0	0	0	0						
Positive	0.3 ~ 0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Negative	0.3 ~ 0.4	5	6	2	1	0	2	0	0	0	0						
Positive	0.4 ~ 0.5	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0						
Negative	0.4 ~ 0.5	4	2	0	0	3	1	0	0	0	0						
Positive	0.5 ~ 0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Negative	0.5 ~ 0.6	3	1	2	2	1	1	0	0	0	0						
Positive	0.6 ~ 0.7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0						
Negative	0.6 ~ 0.7	3	0	1	1	0	0	0	1	0	0						
Positive	0.7 ~ 0.8	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0						
Negative	0.7 ~ 0.8	0	0	0	0	0	0	1	3	4	0						
Positive	0.8 ~ 0.9	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0						
Negative	0.8 ~ 0.9	0	0	0	0	0	0	7	9	8	0						
Positive	0.9 ~ 1.0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0						
Negative	0.9 ~ 1.0	0	0	0	0	0	0	3	5	4	0						

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.